



2455~
09/764.214

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

2000年 3月17日

出願番号
Application Number:

特願2000-076019

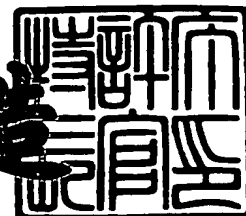
出願人
Applicant(s):

東芝医用システムエンジニアリング株式会社
株式会社東芝

2000年12月22日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3105738

【書類名】 特許願

【整理番号】 98B0020751

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 A61B 5/055

【発明の名称】 傾斜磁場ユニットおよび磁気共鳴イメージング装置

【請求項の数】 24

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都北区赤羽2丁目16番4号 東芝医用システム
エンジニアリング株式会社内

 【氏名】 飯沼 一浩

【発明者】

 【住所又は居所】 栃木県大田原市下石上1385番地 株式会社東芝 那
須工場内

 【氏名】 高森 博光

【発明者】

 【住所又は居所】 栃木県大田原市下石上1385番地 株式会社東芝 那
須工場内

 【氏名】 魚崎 泰弘

【特許出願人】

 【識別番号】 594164531

 【氏名又は名称】 東芝医用システムエンジニアリング株式会社

【特許出願人】

 【識別番号】 000003078

 【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

 【識別番号】 100083161

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 外川 英明

 【電話番号】 (03)3457-2512

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010261

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 傾斜磁場ユニットおよび磁気共鳴イメージング装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 撮影空間に静磁場を生成するための静磁場発生手段と、
前記撮影空間に傾斜磁場を生成するための傾斜磁場発生手段と、
前記傾斜磁場発生手段の周囲に形成された真空状態を保持するための密閉手段と、
前記撮影空間を確保するための隔壁と、
前記静磁場発生手段と前記傾斜磁場発生手段の間に介在して振動の伝搬を抑制するための第 1 の防振部材と、
前記静磁場発生手段と前記隔壁の間に介在して振動の伝搬を抑制するための第 2 の防振部材と、
を具備することを特徴とする磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 2】 前記第 1 の防振部材は前記傾斜磁場発生手段の下部空間にあり且つ前記撮影空間に挿入される被検体の挿入方向の両端それぞれの位置に配置されたことを特徴とする請求項 1 記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 3】 前記密閉手段が、前記静磁場発生手段と前記隔壁の間の空間を密閉し且つ前記隔壁を支持するための密閉支持部材を有することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 4】 前記第 2 の防振部材は、前記静磁場発生手段と前記密閉支持部材の間および前記密閉支持部材と前記隔壁の間の少なくともどちらか一方に配置されたことを特徴とする請求項 3 記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 5】 前記第 2 の防振部材は、前記真空空間の真空状態を保持する密閉機能を有することを特徴とする請求項 4 記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 6】 前記第 2 の防振部材は、それぞれ対向する位置に凸部を有することにより、密閉機能を備えたことを特徴とする請求項 4 記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 7】 前記密閉支持部材と前記隔壁の間に配置された第 2 の防振部材は、前記隔壁の下部に配置され前記隔壁の重量を支えるための支持用防振部材

と前記真空空間を密閉するために前記隔壁の周囲に配置された密閉用防振部材とからなることを特徴とする請求項 4 乃至 6 いずれか 1 項記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 8】 前記密閉支持部材と前記静磁場発生手段の間に配置された第 2 の防振部材は、前記密閉支持部材の下部に配置され前記密閉支持部材の重量を支えるための支持用防振部材と前記真空空間を密閉するために前記密閉支持部材の周囲に配置された密閉用防振部材とからなることを特徴とする請求項 4 乃至 6 いずれか 1 項記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 9】 前記第 2 の防振部材が、外気圧と真空圧の圧力差を用いて固着され、前記真空空間の真空状態を保持する密閉機能を有することを特徴とする請求項 4 記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 10】 前記密閉支持部材と前記隔壁の間に介在する第 2 の防振部材が、断面が略 L 字型部分を含む形状であり、前記略 L 字型部分を前記密閉支持部材と前記隔壁で挟むことにより、外気圧と真空圧の圧力差を用いて、前記密閉支持部材と前記隔壁を接続保持する接続保持機能を有することを特徴とする請求項 4 乃至 6 いずれか 1 項記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 11】 前記第 1 の防振部材あるいは前記第 2 の防振部材のうち少なくとも 1 つの防振部材がゴム系の材料からなることを特徴とする請求項 1 乃至 10 いずれか 1 項記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 12】 前記密閉支持部材は、前記撮影空間を取り囲む略環状部材であり、前記略環状部材の上部は下部よりも前記撮影空間側に入りこんだ形状を有することを特徴とする請求項 3 乃至 11 いずれか 1 項記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 13】 撮影空間に傾斜磁場を生成するための傾斜磁場発生手段と、
前記傾斜磁場発生手段の周囲に形成された真空状態を保持するための密閉手段と、
前記撮影空間を確保するための隔壁と、
前記撮影空間に静磁場を生成するための静磁場発生手段と前記傾斜磁場発生手段

の間に介在して振動の伝搬を抑制するための第 1 の防振部材と、
前記静磁場発生手段と前記隔壁の間に介在して振動の伝搬を抑制するための第 2 の防振部材と、
を具備することを特徴とする傾斜磁場ユニット。

【請求項 1 4】 前記第 1 の防振部材は前記傾斜磁場発生手段の下部空間にあり且つ前記撮影空間に挿入される被検体の挿入方向の両端それぞれの位置に配置されたことを特徴とする請求項 1 3 記載の傾斜磁場ユニット。

【請求項 1 5】 前記密閉手段が、前記静磁場発生手段と前記隔壁の間の空間を密閉し且つ前記隔壁を支持するための密閉支持部材を有することを特徴とする請求項 1 3 または 1 4 記載の傾斜磁場ユニット。

【請求項 1 6】 前記第 2 の防振部材は、前記静磁場発生手段と前記密閉支持部材の間および前記密閉支持部材と前記隔壁の間の少なくともどちらか一方に配置されたことを特徴とする請求項 1 5 記載の傾斜磁場ユニット。

【請求項 1 7】 前記第 2 の防振部材は、前記真空空間の真空状態を保持する密閉機能を有することを特徴とする請求項 1 6 記載の傾斜磁場ユニット。

【請求項 1 8】 前記第 2 の防振部材は、それぞれ対向する位置に凸部を有することにより、密閉機能を備えたことを特徴とする請求項 1 6 記載の傾斜磁場ユニット。

【請求項 1 9】 前記密閉支持部材と前記隔壁の間に配置された第 2 の防振部材は、前記隔壁の下部に配置され前記隔壁の重量を支えるための支持用防振部材と前記真空空間を密閉するために前記隔壁の周囲に配置された密閉用防振部材とからなることを特徴とする請求項 1 6 乃至 1 8 いずれか 1 項記載の傾斜磁場ユニット。

【請求項 2 0】 前記密閉支持部材と前記静磁場発生手段の間に配置された第 2 の防振部材は、前記密閉支持部材の下部に配置され前記密閉支持部材の重量を支えるための支持用防振部材と前記真空空間を密閉するために前記密閉支持部材の周囲に配置された密閉用防振部材とからなることを特徴とする請求項 1 6 乃至 1 8 いずれか 1 項記載の傾斜磁場ユニット。

【請求項 2 1】 前記第 2 の防振部材が、外気圧と真空圧の圧力差を用いて

固着され、前記真空空間の真空状態を保持する密閉機能を有することを特徴とする請求項 1 6 記載の傾斜磁場ユニット。

【請求項 2 2】 前記密閉支持部材と前記隔壁の間に介在する第 2 の防振部材が、断面が略 L 字型部分を含む形状であり、前記略 L 字型部分を前記密閉支持部材と前記隔壁で挟むことにより、外気圧と真空圧の圧力差を用いて、前記密閉支持部材と前記隔壁を接続保持する接続保持機能を有することを特徴とする請求項 1 6 乃至 1 8 いずれか 1 項記載の傾斜磁場ユニット。

【請求項 2 3】 前記第 1 の防振部材あるいは前記第 2 の防振部材のうち少なくとも 1 つの防振部材がゴム系の材料からなることを特徴とする請求項 1 3 乃至 2 2 いずれか 1 項記載の傾斜磁場ユニット。

【請求項 2 4】 前記密閉支持部材は、前記撮影空間を取り囲む略環状部材であり、前記略環状部材の上部は下部よりも前記撮影空間側に入りこんだ形状を有することを特徴とする請求項 1 5 乃至 2 3 いずれか 1 項記載の傾斜磁場ユニット。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、主に医療診断等に用いられる磁気共鳴イメージング (MRI) 装置およびその遮音方法に係り、特に、傾斜磁場コイルの駆動に伴って発生する騒音を大幅に抑制できるようにした静音型の傾斜磁場ユニットおよび磁気共鳴イメージング装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

医療診断用の磁気共鳴イメージング装置は被検体内の原子核スピンの磁気共鳴現象に基づく画像化装置であり、非侵襲で、しかも放射線被曝が無い状態で被検体内部の画像を得ることができる。このため、臨床の場合でもその有用性が近年富に発揮されている。

一般に、MR 画像を得るための磁気共鳴イメージング装置は、撮影空間に被検体を挿入・配置するガントリと、このガントリと共働させる装置本体とを備える

。ガントリには各種の装備が施されるが、とりわけ、診断空間に静磁場を発生させる超電導磁石などの磁石、静磁場に重畳させる線形の傾斜磁場を発生させる傾斜磁場コイル、および高周波信号を送信するとともにMR信号を受信するRFコイルが必須になっている。

撮像時には、所望のパルスシーケンスにしたがってそれらの傾斜磁場コイル、およびRFコイルが駆動される。つまり、パルスシーケンスにしたがって、静磁場中に置かれた被検体にx, y, z軸各方向の線形傾斜磁場が重畳され、被検体の原子核スピンのラーモア周波数の高周波信号で磁氣的に励起される。この励起に伴って発生する磁気共鳴(MR)信号が検出され、この信号に基づいて被検体の例えば2次元断層像が再構成される。

【0003】

このような磁気共鳴イメージングにおいて、近年、イメージングに要する時間を短縮したいというイメージングの高速化のニーズが非常に高くなっている。これに応えるべく、高速EPI法など、傾斜磁場パルス的高速スイッチング(高速反転)を伴うパルスシーケンスが開発され、実用化にも成功しているものもある。傾斜磁場パルスを発生させると、その立上がりや反転時に傾斜磁場コイルに電磁気力が作用する。この電磁気力はコイルユニットに機械的歪みを起こさせ、これによりユニット全体から振動が発生する。このコイルユニットの振動により、空気振動が生じ、騒音が発生するという問題がある。とくに、傾斜磁場パルスを高速反転させると、その振動は増大するから、高速化が進むほど発生する騒音も増大する。この騒音は、ガントリの撮影空間に横になっている被検体(患者)に非常な不快感や不安感を与えることがある。

このため、かかる騒音を排除すべく、従来、いくつかの提案がなされている。たとえば特開昭63-246146号、特開平6-189932号、特開平10-118043号(以後それぞれ第1～第3の従来例と称する)などに示されているように、傾斜磁場コイルのユニット全体を真空容器内に密封し、真空空間により振動または騒音の空気伝搬を絶つという試みである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、第 1 および第 2 の従来例における遮音方法では、空気を伝わって聞こえる空気伝搬は真空状態により遮断することができるが、固定のための接触による固定伝搬は遮断することができず、この固定伝搬により大きな音が発生し、騒音対策としては不十分であった。

また、第 3 の従来例のように、特に振動の大きい傾斜磁場コイルを単独に床で支え固定伝搬を抑える方法もあるが、傾斜磁場コイルと床までの距離が長いため、傾斜磁場コイルを床に支える支柱の下部の位置が少しずれると、支柱上部に取り付けられた傾斜磁場コイルの位置が大きくずれることとなり、傾斜磁場コイルの位置調整が困難であり、据付調整にも長時間を要し費用も嵩むという問題を有していた。

【 0 0 0 5 】

また、第 3 の従来例では、傾斜磁場コイルを支える手段および傾斜磁場コイルの周囲に形成された密閉空間を形成する手段が構成上複雑であり、また部品点数も多くなる等して、装置全体も複雑な構成となりコストも高くなる。

そこで、本発明は上記課題を解決し、簡単な構成で、空気伝搬だけでなく、固定伝搬を遮断した静音型の傾斜磁場ユニットおよび磁気共鳴イメージング装置を提供することを目的とする。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】

上述の課題を解決するため、請求項 1 に記載の発明は、撮影空間に静磁場を生成するための静磁場発生手段と、前記撮影空間に傾斜磁場を生成するための傾斜磁場発生手段と、前記傾斜磁場発生手段の周囲に形成された真空状態を保持するための密閉手段と、前記撮影空間を確保するための隔壁と、前記静磁場発生手段と傾斜磁場発生手段の間に介在して振動の伝搬を抑制するための第 1 の防振部材と、前記静磁場発生手段と前記隔壁の間に介在して振動の伝搬を抑制するための第 2 の防振部材と、を具備することを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

本発明は上記構成により、傾斜磁場発生手段の周囲を真空状態にし、傾斜磁場発生手段と静磁場発生手段の間に設けられた第 1 の防振部材、および静磁場発生手段と隔壁の間に設けられた第 2 の防振部材により、空気伝搬だけでなく、固定伝搬を遮断することができる。

また、請求項 1 3 に記載の発明は、撮影空間に傾斜磁場を生成するための傾斜磁場発生手段と、前記傾斜磁場発生手段の周囲に形成された真空状態を保持するための密閉手段と、前記撮影空間を確保するための隔壁と、前記撮影空間に静磁場を生成するための静磁場発生手段と前記傾斜磁場発生手段の間に介在して振動の伝搬を抑制するための第 1 の防振部材と、前記静磁場発生手段と前記隔壁の間に介在して振動の伝搬を抑制するための第 2 の防振部材と、を具備することを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

本発明は上記構成により、傾斜磁場発生手段の周囲を真空状態にし、傾斜磁場発生手段と既存の静磁場発生手段の間に設けられた第 1 の防振部材、および静磁場発生手段と隔壁の間に設けられた第 2 の防振部材により、空気伝搬だけでなく、固定伝搬を遮断することができる。

【 0 0 0 9 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る第 1 の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

図 1 (a) は、第 1 の実施の形態における磁気共鳴イメージング装置を、被検体の挿入方向から見た一部切欠正面図である。図 1 (b) は、上図が図 1 (a) における A - O 断面図、下図が O - B 断面図である。

【 0 0 1 0 】

図 1 に示すように、本実施の形態では、患者を挿入・配置する撮影空間 S を有したガントリ 1 9 と、このガントリ 1 9 の撮影空間 S に被検体 8 を載せて挿入される天板 9 と、ガントリ 1 9 および天板 9 を有する図示しない寝台部の動作を制御するとともに M R 送受信信号を制御、処理する図示しない制御・処理部とを備える。ガントリ 1 9 はその内側中央部に患者を挿入・配置するための略円筒状の

撮影空間 S を貫通して形成した構造になっている。この略円筒状の撮影空間 S に対して、その軸方向を Z 方向とし、この Z 方向に直交する方向を X、Y 方向とする。なお、X、Y、Z 方向は図 1 (a) に示されている。

ガントリ 19 は、撮影空間 S に静磁場を生成する静磁場磁石を内部に備えた真空容器 1 を備える。真空容器 1 に設けられた静磁場コイルは、例えば超電導磁石で構成され、全体形状は所定径の略円筒状に形成され、同様に真空容器 1 も円筒形に形成されている。真空容器 1 は超伝導磁石に必要な極低温、例えば略 4 K を維持するために、通常略 10^{-3} Torr 以下の高真空に保たれている。

【 0 0 1 1 】

真空容器 1 は、略円筒状の外周面に、4 本の脚体 27…27 を備え、この脚体 27…27 により設置面としての床 F 上に支持されている。また、床 F はたとえばコンクリート性の剛性の高い材料で形成されている。

真空容器 1 の内周側には、真空容器 1 の内径よりも小さい外径を有する円筒形の傾斜磁場コイル 2 と、傾斜磁場コイル 2 の内径よりも小さい外径を有する円筒形の内筒 4 が設けられている。

【 0 0 1 2 】

傾斜磁場コイル 2 は、巻線として x コイル、y コイルおよび z コイルを有し、それらをボビン上に積層・含浸して形成したもので、全体として略円筒状に形成されている。

傾斜磁場コイル 2 は、支持ブラケット 5、防振ゴム 6 および磁石インターフェース 7 からなる接続部分を介して、真空容器 1 に取り付けられている。なお詳しい説明は後述する。

内筒 4 は、防振ゴム 11、真空蓋 3、リング 10、磁石インターフェース 7、ボルト 20、ワッシャー 21 からなる接続部分を介して、真空容器 1 に取り付けられており、真空容器 1 の内周側と内筒 4 および真空蓋 3 とにより傾斜磁場コイル 2 の周囲を真空に保つようになっている。なお、詳しい説明は後述する。

【 0 0 1 3 】

また、真空蓋 3 の一部には、真空ホース 17 が取り付けられており、その先に真空ポンプ 18 が設けられている。

つぎに、上述の傾斜磁場コイル 2 と真空容器 1 の接続について詳しく説明する。

傾斜磁場コイル 2 は、Z 方向の両端に略円弧状の支持ブラケット 5 が、ボルト等の接続具で接続されている。支持ブラケット 5 は、Z 方向から見た場合、傾斜磁場コイル 2 の一部に沿うような形である略円弧状であり、また、X 方向から見た断面は略 L 字型となっている。なお、略 L 字型の一边は、傾斜磁場コイル 2 の内周と外周の間の厚さと略同じ長さであり、この部分に傾斜磁場コイル 2 と接続するためのボルト用の穴が設けられている。

【 0 0 1 4 】

また、前記 L 字型の他の一边は、内周側にくるように配置され、その外周側には、防振ゴム 6 が 2 つ取り付けられている。

Z 方向の両側にある支持ブラケット 5 にそれぞれ取り付けられた計 4 つの防振ゴム 6 は、略円筒状の真空容器 1 の Z 方向の両側に溶接などにより接合された真空容器 1 と略同径の略環状の磁石インターフェース 7 に取り付けられている。磁石インターフェース 7 の形状は図 1 にこだわる必要がなく、上下非対称でもよい。

【 0 0 1 5 】

また、ここで支持ブラケット 5 および防振ゴム 6 は天板 9 よりも下部の空間に設けられている。これにより、天板 9 より上部の密閉空間は下部の密閉空間に比べ体積を小さくすることができ、図 1 に示されるとおり、真空蓋 3 の上部を撮影空間 S 側に切り込ませて作成することができ、被検体 8 が上部を向いた状態でガントリ 1 9 内に挿入される際、圧迫感を和らげることができる。

なお、さらに、防振ゴム 6 は傾斜磁場コイル 2 の重量を下部から支える役目も有している。

したがって、傾斜磁場コイル 2 と真空容器 1 の接続は、傾斜磁場コイル 2 に支持ブラケット 5 を設け、支持ブラケット 5 に防振ゴム 6 を取り付け、防振ゴム 6 に磁石インターフェース 7 を取り付け、磁石インターフェース 7 に真空容器 1 が接合されている。なお、ここで接続の順序が特に限定されるわけではない。

【 0 0 1 6 】

つぎに、上述の真空容器 1 と内筒 4 の接続について、真空容器 1 と真空蓋 3 の接続、および真空蓋 3 と内筒 4 の接続に分けて、詳しく説明する。

図 2 は、図 1 (b) における真空容器 1 に設けられた磁石インターフェース 7 と真空蓋 3 の接続部の拡大図である。

真空容器 1 と真空蓋 3 の接続は、真空容器 1 に設けられた前記磁石インターフェース 7 に真空蓋 3 からボルト 2 0 とワッシャー 2 1 で締め付けて固定する構造である。

【 0 0 1 7 】

真空蓋 3 は、内筒 4 と真空容器 1 の口径の差による隙間を、Z 方向の両側から密閉するためのもので、外径は真空容器 1 の径と略同じ程度、内径は内筒 4 の径と略同じ程度の略環状の形状である。

また、真空蓋 3 の磁石インターフェース 7 側には、真空蓋 3 の周回に沿うように略環状の溝が設けられており、前記略環状の溝に O リング 1 0 が設けられている。O リング 1 0 は、真空蓋 3 と磁石インターフェース 7 の密閉性を高めるために用いられている。また、真空蓋 3 の周回上には、ボルト 2 0 を締め付けるための穴が設けられている。

【 0 0 1 8 】

つぎに、真空蓋 3 と内筒 4 の接続について説明する。図 3 は真空蓋 3 と内筒 4 の接続部の拡大図である。

真空蓋 3 と内筒 4 の間には、防振ゴム 1 1 が設けられている。防振ゴム 1 1 は、内径が真空蓋 3 の内径および内筒 4 の内径と略同じ程度の略環状の形状で、X 方向から見た断面は略 L 字型である。

真空蓋 3 および内筒 4 は、防振ゴム 1 1 を Y 方向から挟み且つ Z 方向からも挟むことができる構造となっている。

防振ゴム 1 1 を Z 方向から挟むことにより、図 1 (b) および図 3 中の矢印 A 7 で示される外気圧と真空圧の圧力差により生じる力により、真空蓋 3 および内筒 4 を密閉、接続することができる。

【 0 0 1 9 】

また、防振ゴム 1 1 を Y 方向から挟むことにより、Y 方向からの力、例えば内

筒4または被検体8の重量などの力から、内筒4を保持することができる。

なお、L字型の各部分の長さは、内筒4に多少の力たとえば内筒4の重量または被検体の体重程度が加わっても変形しにくく、内筒4と真空蓋3が外れないような長さにしておく。

【0020】

また、防振ゴム11の真空蓋3側および内筒4側のそれぞれ対向する位置には、凸部11aが設けられている。なお、図3では、使用前の形状を示すため点線で円弧状に凸部11aを描いているが、実施に使用される際には、真空蓋3と円筒4の間につぶれた形状で挿入される。

凸部11aは、防振ゴム11の周回に沿うような略環状の形状であり、真空蓋3と内筒4を密閉することができ、真空度を高めるために使用されている。

また、防振ゴム11が円筒4と接する面のうち凸部11a以外の面には、X方向から見た断面が防振ゴム11のL字型に沿うようなクランク型をしており、Z方向から見た断面が、撮影空間Sを周回するような略環状である剛性の高いフランジ11bが設けられている。フランジ11bは内筒4が外力により動いた際の防振ゴム11の変形を防止するために設けられており、必要に応じて使用・不使用を選択すればよい。

【0021】

つぎに、本実施の形態の作用および効果を説明する。

まず、真空ポンプ18を作動させて、傾斜磁場コイル2を囲む内筒4と真空容器1真空蓋3の間の密閉空間の排気を行い、密閉空間内に所定値の真空状態をつくる。真空状態の前記密閉空間は振動(すなわち騒音)の空気伝搬を遮断するために設けられており、その真空度は上述の真空容器1内の真空度に比べて低くてもよい。例えば、数Torr程度でも良い。なお、以下に1気圧の空気と比較した空気伝搬の遮音効果の式を示す。

$$I = 20 \times \log_{10} (P/760) \text{ [dB]}$$

【0022】

ここで、Iは遮音率、Pは真空度である。たとえば、密閉空間の真空度を略0.7Torrとすると、1気圧の空気による遮音に比べ約60dBの遮音効果を得ることが

できる。

また、真空容器 1 内に設けられた静磁場コイルに流れる電流により撮影空間 S に静磁場が生成されており、天板 9 上に横になった被検体 8 が撮影空間 S 内に挿入される。このとき天板 9 は、内筒 4 に設けられた図示しない天板レールによりガイド・支持されても良いし、内筒 4 には、直接被検体 8 の体重がかからないようなその他の支持構造であってもよい。

【 0 0 2 3 】

ついで R F コイルの設置、スライス面の位置決めなどの必要な準備がなされた後、診断が開始される。つまり、制御・処理部から所望のパルスシーケンスに応じて制御指令がガントリの各要素に出されて、被検体 8 からの M R 信号が受信される。この M R 信号に基づいて画像データが再構成される。

このパルスシーケンスに基づく駆動状態において、傾斜磁場コイル 2 には急峻に立ち上がりまた立ち下がるパルス電流が供給される。とくに、パルスシーケンスが高速撮影用のシーケンスである場合、かかるパルス電流の極性が高速に反転される。傾斜磁場コイル 2 は強い静磁場中に置かれているから、これに高速で変化するパルス電流が流れる度に電磁気力が発生し、この電磁気力により振動が発生する。電磁気力の大きさは x コイル、y コイル、z コイルの位置などに応じて複雑に異なるから、傾斜磁場コイル 2 は通常複雑なモードで振動する。

【 0 0 2 4 】

傾斜磁場コイル 2 が振動しても、本実施の形態の場合傾斜磁場コイル 2 は真空空間に置かれているので、その周りの空気が振動するということがない。

つまり、図 1 (b) 中の矢印 A 1 で示すような振動の空気伝搬が確実に排除、抑制され、外部に伝わる振動が著しく軽減される。

【 0 0 2 5 】

これに対して、傾斜磁場コイル 2 の振動は、支持ブラケット 5 を介して固体伝搬し、外部に漏れようとする。しかしながら、この固体伝搬に対しても上述したように種々の振動吸収を行っているので、漏れ出る振動は非常に小さくなる。

まず、傾斜磁場コイル 2 を下端から支持している Z 軸方向両端の支持ブラケット 5 に設けられた防振ゴム 6 により振動が吸収されるため、真空容器 1 に設けら

れた磁石インターフェース 7 への振動の伝達が抑制される。防振ゴム 6 で取り切れなかった振動のみが磁石インターフェース 7 に伝搬する。

【 0 0 2 6 】

磁石インターフェース 7 に伝搬された振動は、図 2 中の矢印 A 2 に示されるように、磁石インターフェース 7 にボルト 2 0 で取り付けられた真空蓋 3 に導かれる。

真空蓋 3 に導かれた振動は、つぎに図 3 中の矢印 A 3 に示されるように内筒 4 に伝搬しようとするが、真空蓋 3 と内筒 4 の間には防振ゴム 1 1 が設けられているため、振動の固定伝搬が抑制され、真空蓋 3 から内筒 4 に伝わる振動が著しく軽減される。

また、防振ゴム 1 1 は、上述のように、外気圧と真空圧の圧力差によって真空空間は密閉され、また、真空蓋 3 と内筒 4 で Y 方向に挟まれる構造により、ボルト等の接続具を使用しなくても、内筒 4 を保持することができる。

【 0 0 2 7 】

一般的に、接続具を用いた場合には、接続具を介して固定振動が伝搬されるが、本実施の形態では、真空蓋 3 と内筒 4 の接続には防振ゴム以外の接続具を用いていないため、固定伝搬を著しく減少させることができる。

本実施の形態では、(1) とくに振動の大きい傾斜磁場コイル 2 から発生する振動(すなわち騒音)の空気伝搬を真空空間の生成により大幅に遮断し、(2) かかる振動を傾斜磁場コイル 2 に設けられた支持ブラケット 5 と磁石インターフェース 7 の間に備えられた防振ゴム 6 で極力除去し、(3) 残った振動も真空蓋 3 と内筒 4 の間に備えられた防振ゴム 1 1 で確実に除去する。

【 0 0 2 8 】

これにより、ガントリ 1 9 全体の騒音はもちろん、特に、被検体 8 の近くにある内筒 4 の振動による騒音を抑えることができ、高速パルスシーケンスを使う場合であっても、傾斜磁場コイル 2 の振動に起因した振動および騒音を格段に低減させることができ、特に、内筒 4 の内側にいる被検体 8 に与える不安感や不快感を良好に解消することができる。

また、傾斜磁場コイル 2 を支えるブラケット 5、防振ゴム 6 は天板 9 の下部に

のみ存在し、真空蓋 3 の上部が撮影空間 S 側に切り込んだ形となって外部に広い空間を作っているため、被検体に開放感を与えている。

【0029】

次に、本発明に係る第 1 の実施の形態の第 1 の変形例について、図面を参照して説明する。なお、第 1 の実施の形態と同一構成のものは同一番号を付して詳しい説明は省略する。

本変形例は、磁石インターフェース 7 と真空蓋 3 の接続部分の変形例であり、拡大図として、図 4 に示されている。

【0030】

第 1 の実施の形態では、図 2 に示すように、磁石インターフェース 7 と真空蓋 3 が接している構造であるが、本実施の形態では、磁石インターフェース 7 と真空蓋 3 の間に密閉用防振ゴム 12 を設ける。密閉用防振ゴム 12 は磁石インターフェース 7 と真空蓋 3 の間を密閉する役割を果たしている。密閉用防振ゴム 12 は外気圧と真空圧の圧力差によって磁石インターフェース 7 と真空蓋 3 の間に強く挟まれ固定される。

またさらに、密閉用防振ゴム 12 には、凸部 12a が設けられている。

凸部 12a は、防振ゴムの真空蓋 3 側および磁石インターフェース 7 側のそれぞれ対向する位置に設けられている。凸部 12a は、密閉用防振ゴム 12 の周回に沿うような略環状の形状であり、真空蓋 3 と磁石インターフェース 7 を密閉することができ、真空度を高めるために使用されている。密閉用防振ゴム 12 は撮影空間 S を周回するような略環状のものである。

【0031】

密閉用防振ゴム 12 を設けた場合、図 4 中の矢印 A4 に示されるように、振動は、磁石インターフェース 7 から真空蓋 3 に伝搬しようとするが、密閉用防振ゴム 12 により、振動の固定伝搬が抑制される。

また、ワッシャー 21 と真空蓋 3 の間にワッシャー型の防振ゴム 14 を設けても良い。防振ゴム 14 を設けた場合、図中の矢印 A5 に示されるように、振動は、磁石インターフェース 7 からボルト 20、ワッシャー 21 を介して真空蓋 3 に伝搬しようとするが、防振ゴム 14 により、振動の固定伝搬が抑制される。

【 0 0 3 2 】

なお、防振ゴム 1 4 を使用すると、防振効果は大きくなるが、必要に応じて使用・不使用を決定すれば良い。

本変形例では、真空蓋 3 と磁石インターフェース 7 間に密閉用防振ゴム 1 2 を用いることにより、第 1 の実施の形態の効果に加え、リングを用いずに、真空蓋 3 と磁石インターフェース 7 を密閉することができると同時に、磁石インターフェース 7 から真空蓋 3 への固定振動を抑制することができ、振動による騒音をさらに抑えることができる。

次に、本発明に係る第 1 の実施の形態の第 2 の変形例について、図面を参照して説明する。なお、第 1 の実施の形態および第 1 の変形例と同一構成のものは同一番号を付して詳しい説明は省略する。

【 0 0 3 3 】

本変形例は、磁石インターフェース 7 と真空蓋 3 の接続部分の変形例であり、拡大図として、図 5 に示されている。

本変形例では、第 1 の変形例における磁石インターフェース 7 のボルト 2 0 が取り付けられた部分よりもさらに外周側に、ボルト 2 2 とワッシャー 2 3 により、X 方向から見た断面は略 L 字型であるブラケット 1 5 を設ける。ブラケット 1 5 は、Z 方向から見た場合、真空蓋 3 の下側にあり真空蓋 3 の重量を支えている。ブラケット 1 5 と真空蓋 3 の間には支持用防振ゴム 1 6 が設けられている。

真空蓋 3 の重量は、真空蓋 3 の下部に設けられた支持用防振ゴム 1 6 を介して、ブラケット 1 5 により充分支えることができる。ブラケット 1 5 および支持用防振ゴム 1 6 は真空蓋 3 の周囲全体に配置する必要はなく、例えば図 1 の傾斜磁場コイル 2 の重量を支えるために用いた防振ゴム 6 のように、真空蓋 3 の下部の 2 ヶ所（Z 方向に 2 ヶ所で合計 4 ヶ所）に設けられていればよい。

【 0 0 3 4 】

また、図中の矢印 A 6 に示されるように、振動はブラケット 1 5 から真空蓋 3 に伝搬しようとするが、支持用防振ゴム 1 6 により振動の伝搬が抑制される。

支持用防振ゴム 1 6 とブラケット 1 5 の間には図示していない支持用防振ゴム 1 6 の高さ調整機能があり、装置を組み立てるときには真空蓋 3 を支持用防振ゴ

ム 1 6 に載せ、高さ調整機能により真空蓋 3 が中心に位置するように調整し、ボルト 2 0 で軽く締め付けてから真空に引くことにより、密閉用防振ゴム 1 2 が真空蓋 3 と磁石インターフェース 7 により両側からしっかりと押しつけられ密閉される。

【 0 0 3 5 】

支持用防振ゴム 1 6 は数 1 0 0 k g 以上の傾斜磁場コイル 2 の重量を支えるため比較的剛性の大きなゴムを必要とするが、部分的な支持により接触面積を小さくして振動の伝搬を効果的に軽減することができ、真空蓋 3 の全周に配置され接触面積の大きな密閉用防振ゴム 1 2 は、単位面積あたりに加わる力が支持用防振ゴム 1 6 ほど大きくないので、比較的剛性の小さな柔らかいゴムを用い振動の伝搬を効果的に抑制できる。

本変形例では、第 1 の実施の形態および第 1 の変形例の効果に加え、真空蓋 3 に重い重量が加わった場合でも、真空蓋 3 を確実に支持した状態で、第 1 の実施の形態および第 1 の変形例と同様、振動を抑制することができる。

【 0 0 3 6 】

次に、本発明に係る第 1 の実施の形態の第 3 の変形例について、図面を参照して説明する。なお、第 1 の実施の形態と同一構成のものは同一番号を付して詳しい説明は省略する。

本変形例は、真空蓋 3 と内筒 4 の接続部分の変形例であり、拡大図として、図 6 に示されている。

第 1 の実施の形態では、密閉機能および支持機能の両機能をもつ防振ゴム 1 1 を用いていたのに対し、内筒 4 の重量を支えるための支持用防振ゴム 2 5 と密閉するための密閉用防振ゴム 2 4 とが別に用いられる。支持用防振ゴム 2 5 は内筒 4 の周囲全体に配置する必要はなく、たとえば図 1 の傾斜磁場コイル 2 の重量を支えるために用いた防振ゴム 6 のように、内筒 4 の下部の 2 ヶ所 (Z 方向に 2 ヶ所で合計 4 ヶ所) に設けられていればよい。

【 0 0 3 7 】

一方、密閉用防振ゴム 2 4 は略円環状に撮影空間 S を周回するように設けられ、大気圧と真空圧の圧力差によって真空蓋 3 と内筒 4 に強く挟まれ固定される。

さらに、真空蓋 3 と内筒 4 の密閉を確実にして真空度を高めるために、密閉用防振ゴム 2 4 の真空蓋 3 側および内筒 4 側のそれぞれ対向する位置には凸部 2 4 a を設けてもよい。

本変形例では、第 1 の実施の形態の効果に加え、接触面積の小さな支持用防振ゴム 2 5 には比較的剛性の高いゴムを使用し、円環状の接触面積の大きな密閉用防振ゴム 2 4 には比較的剛性の小さなゴムを用いることにより、剛性の高いフランジを設けなくても、防振ゴム 1 1 の変形を防止することができ、また、支持用防振ゴム 2 5 および密閉用防振ゴム 2 4 の剛性を調整することにより、振動の伝搬に対し効果的な抑制が可能である。

【 0 0 3 8 】

次に、本発明に係る第 1 の実施の形態の第 4 の変形例について、図面を参照して説明する。なお、第 1 の実施の形態と同一構成のものは同一番号を付して詳しい説明は省略する。

本変形例は、傾斜磁場コイル 2 と真空容器 1 との接続部分の変形例であり、拡大図として、図 7 に示されている。なお、図 7 では、磁石インターフェース 7 と真空蓋 3 の接続部分は、上述の第 2 の変形例が記載されている。

【 0 0 3 9 】

本変形例では、傾斜磁場コイル 2 の下部で Z 方向の両端に各 1 個または 2 個あるいはそれ以上の複数の防振ゴム 2 6 が配置され、防振ゴム 2 6 は傾斜磁場コイル 2 の重量で押しつけられて真空容器 1 に接続されている。真空容器 1 の防振ゴム 2 6 が接触する部分およびその周囲は、傾斜磁場コイルの重量を支えかつ防振ゴム 2 6 を伝搬する振動を押さえるに十分な剛性を持った構造に作られている。

本変形例では、第 1 の実施の形態の効果に加え、第 1 の実施の形態で用いられている支持ブラケット 5 を用いることなく、実施することができ、非常に単純でコストも安価になる利点がある。

【 0 0 4 0 】

なお、上述の実施の形態および変形例では、防振機能に加え密封機能を有する防振部材にはゴム系の材料が適しているため、防振部材として一例である防振ゴムを用いて説明したが、振動を抑制する部材であればゴム系の材料に限定されな

い。

また、既存の磁気共鳴イメージング装置における静磁場コイルをガントリに残し、傾斜磁場コイル 2、真空蓋 3、内筒 4 を含む装置を傾斜磁場ユニットとし、取り付けることも可能である。

この場合には、既存の磁気共鳴イメージング装置における静磁場コイルを利用することができる。

【 0 0 4 1 】

また、なお、上述の実施の形態および変形例では、前記傾斜磁場発生手段の周囲に形成された真空状態を保持するための密閉手段に、環状の真空蓋 3 を用いたが、真空状態にできる構成であれば、特に形状等は限定されない。

【 0 0 4 2 】

【発明の効果】

以上詳細に説明したように、本発明によれば、傾斜磁場発生手段の周囲を真空状態にし、傾斜磁場発生手段と静磁場発生手段の間に第 1 の防振ゴムを設け、また、静磁場発生手段と隔壁の間に第 2 の防振ゴムを設けることにより、2 重または 3 重に固定伝搬を遮断でき、簡単な構成で空気伝搬だけでなく効果的に固定伝搬を抑制し、静音型の傾斜磁場ユニットおよび磁気共鳴イメージング装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

(a) 本発明に係る第 1 の実施の形態における磁気共鳴イメージング装置の一部切欠正面図である。

(b) 本発明に係る第 1 の実施の形態における磁気共鳴イメージング装置の断面図である。

【図 2】

本発明に係る第 1 の実施の形態における磁石インターフェースと真空蓋の接続部の拡大図である。

【図 3】

本発明に係る第 1 の実施の形態における真空蓋と内筒の接続部の拡大図である

【図 4】

本発明に係る第 1 の実施の形態の第 1 の変形例における磁石インターフェースと真空蓋の接続部の拡大図である。

【図 5】

本発明に係る第 1 の実施の形態の第 2 の変形例における磁石インターフェースと真空蓋の接続部の拡大図である。

【図 6】

本発明に係る第 1 の実施の形態の第 3 の変形例における真空蓋と内筒の接続部の拡大図である。

【図 7】

本発明に係る第 1 の実施の形態の第 4 の変形例における磁気共鳴イメージング装置の断面図である。

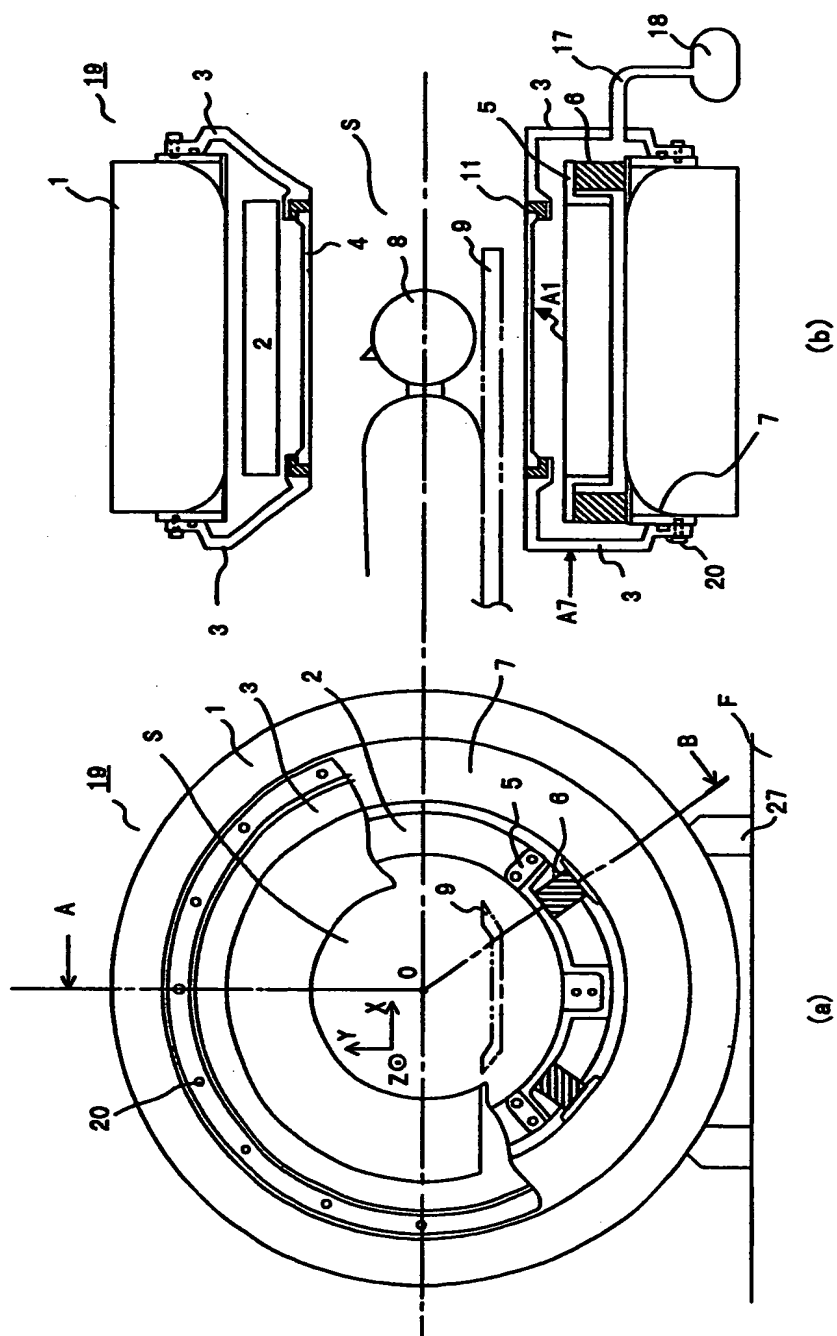
【符号の説明】

- 1 真空容器
- 2 傾斜磁場コイル
- 3 真空蓋
- 4 内筒
- 5 支持ブラケット
- 6 防振ゴム
- 7 磁石インターフェース
- 8 被検体
- 9 天板
- 10 防振ゴム
- 11 防振ゴム
- 11 a 凸部
- 11 b フランジ
- 12 防振ゴム
- 12 a 凸部

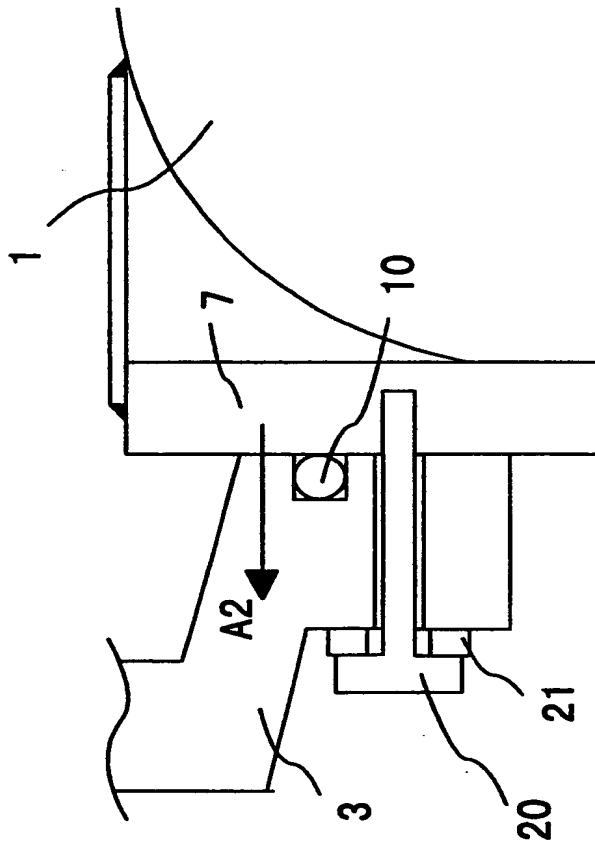
1 4	防振ゴム
1 5	ブラケット
1 6	防振ゴム
1 7	真空ホース
1 8	真空ポンプ
1 9	ガントリ
2 0	ボルト
2 1	ワッシャー
2 2	ボルト
2 3	ワッシャー
2 4	防振ゴム
2 4 a	凸部
2 5	防振ゴム
2 6	防振ゴム
2 7	脚体
F	床
S	撮影空間

【書類名】 図面

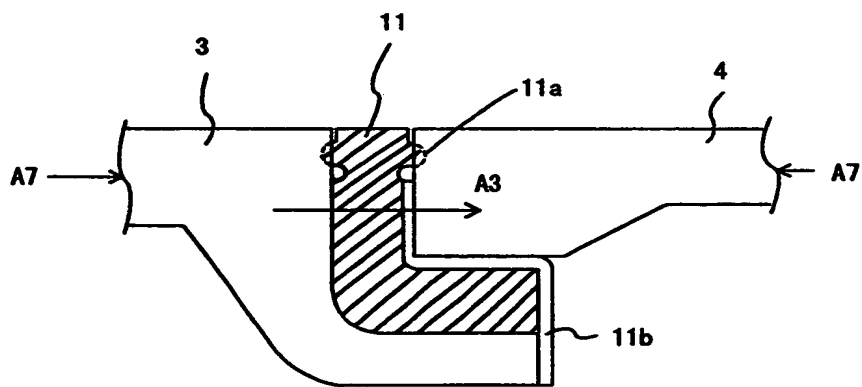
【図 1】



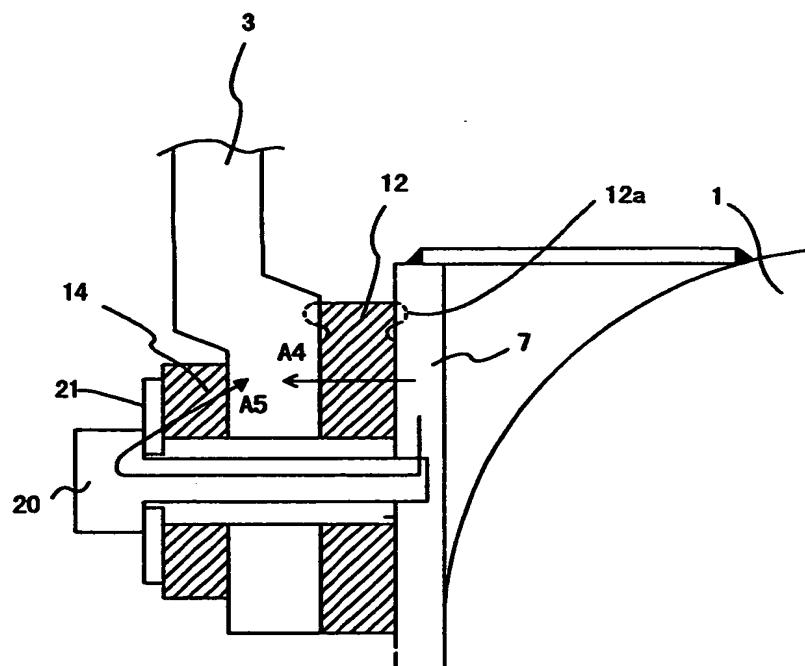
【図2】



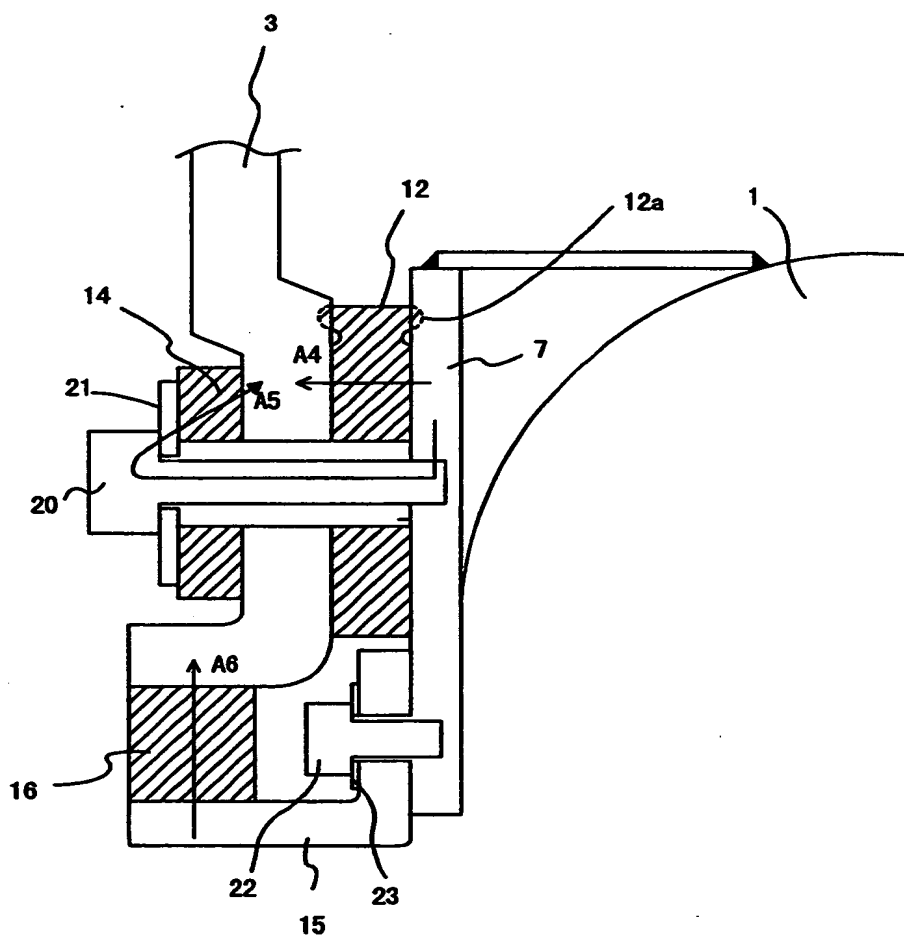
【図3】



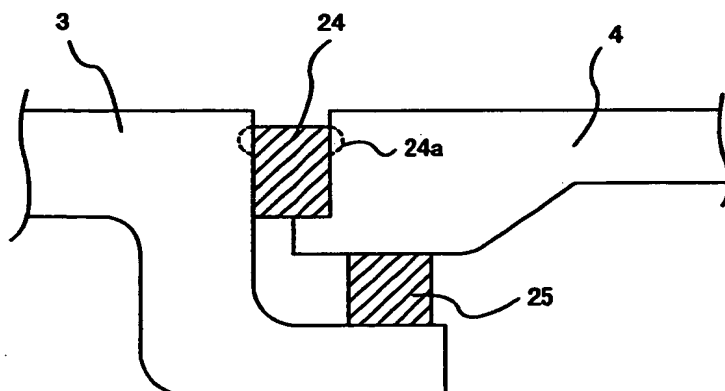
【図 4】



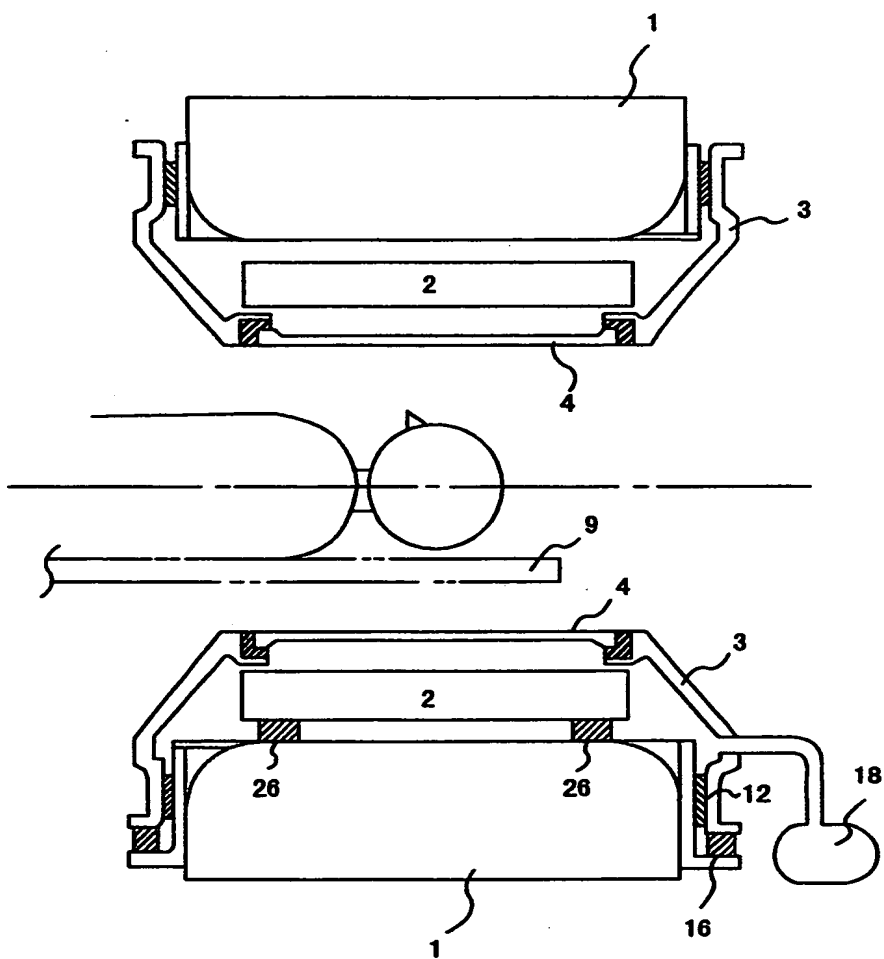
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 傾斜磁場コイルの駆動に伴う固体伝搬の振動および空気伝搬の振動を良好に遮断し、その振動に起因したガントリ全体の騒音を著しく低減する。

【解決手段】 傾斜磁場コイル 2 の周囲を真空状態にし、傾斜磁場コイル 2 と静磁場コイルを有する真空容器 1 の間に防振ゴム 6 を設け、また、真空蓋 3 と内筒 4 の間に防振ゴム 1 1 を設ける。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-076019	
受付番号	50000325915	
書類名	特許願	
担当官	第一担当上席	0090
作成日	平成12年 3月21日	

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年 3月17日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [594164531]

1. 変更年月日 1997年10月22日

[変更理由] 名称変更

住 所 東京都北区赤羽2丁目16番4号

氏 名 東芝医用システムエンジニアリング株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日 1990年 8月22日
[変更理由] 新規登録
住 所 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
氏 名 株式会社東芝